



(19) 대한민국특허청(KR)
(12) 공개특허공보(A)

(11) 공개번호 10-2009-0113728
(43) 공개일자 2009년11월02일

(51) Int. Cl.

G01N 21/00 (2006.01) G01N 27/26 (2006.01)

(21) 출원번호 10-2008-0039609

(22) 출원일자 2008년04월28일

심사청구일자 2008년04월28일

(71) 출원인

경희대학교 산학협력단

경기도 용인시 기흥구 서천동 1 경희대학교 국제 캠퍼스내

(72) 발명자

박규창

서울 광진구 광장동 561 삼성차아파트 1-1301

장 진

서울 서초구 잠원동 65-32 신반포7차아파트 302-908

(74) 대리인

오세중

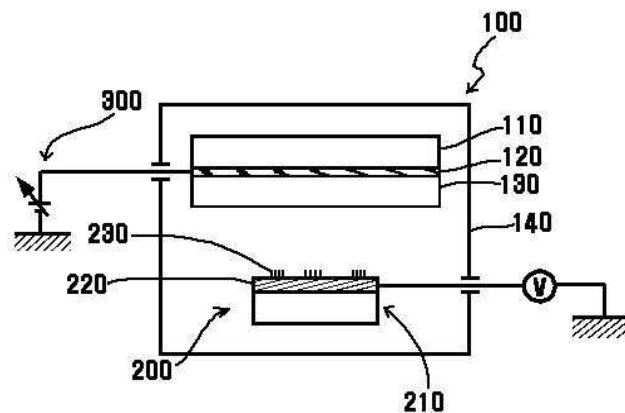
전체 청구항 수 : 총 5 항

(54) 탄소나노튜브를 이용한 아몰퍼스 셀레늄 센서

(57) 요약

본 발명은 탄소나노튜브를 에미터로 갖는 전자방출 소자를 이용한 아몰퍼스 셀레늄 센서에 관한 것으로, 특히 아몰퍼스 셀레늄으로 형성된 광측정부와, 상기 광 측정부 하부에 형성되어 광측정부에 전원을 인가하기 위한 투명전극, 그리고 상기 투명전극 하부에 설치되어 다량의 전자를 방출하는 탄소나노튜브를 에미터로 갖는 전자방출 소자로 구성되며, 상기 전자방출 소자의 크기에 따라 초소형으로 제조가 가능하며, 전자방출 소자의 전류 방출 특성에 의해 저휘도의 가시광을 측정할 수 있으며, 내구성이 향상된 센서를 제공한다.

대표도 - 도2



이 발명을 지원한 국가연구개발사업

과제고유번호 10583 / CR070054

부처명 서울특별시 / 서울특별시

연구사업명 서울시 산학연 협력사업(기술기반구축사업) / 서울시 산학연 협력사업

연구과제명 나노공정 기술 및 장비 개발 산학연 혁신클러스터/ 나노기반 차세대 방사선 진단기 연구단

주관기관 국민대학교 산학협력단 / 경희대학교

연구기간 2005년 12월 1일 ~ 2010년 11월 30일 / 2007년 8월 1일 ~ 2008년 7월 31일

특허청구의 범위

청구항 1

조사되는 빛을 투과시키기 위한 유리판과;

상기 유리판 하부에 부착되며 조사되는 빛에 반응하여 전류를 생성하는 아몰퍼스 셀레늄과;

상기 유리판과 아몰퍼스 셀레늄 사이에 형성되며 상기 아몰퍼스 셀레늄으로부터 빛에 의해 생성된 전류를 측정하기 위한 투명전극과;

상기 아몰퍼스 셀레늄 하부에 일정거리 이격되어 형성되며 전자를 방출하기 위한 탄소나노튜브를 에미터로 갖는 전자방출 소자를 포함하는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 이용한 아몰퍼스 셀레늄 센서.

청구항 2

제 1 항에 있어서,

상기 투명 전극은 ITO, SnO_2 , ZnO 필름, 5nm 또는 이하의 금속 박막 중 어느 하나인 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 이용한 아몰퍼스 셀레늄 센서.

청구항 3

제 1 항에 있어서,

상기 전자방출 소자는 기판 상부에 형성된 캐소드 전극과;

상기 캐소드 전극 상부에 선택적으로 성장한 탄소나노튜브 에미터로 구성된 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 이용한 아몰퍼스 셀레늄 센서.

청구항 4

제 3 항에 있어서,

상기 전자방출 소자는 상기 탄소나노튜브 에미터와 일정거리 이격되어 설치된 게이트 전극을 더 포함하는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 이용한 아몰퍼스 셀레늄 센서.

청구항 5

제 1 항에 있어서,

상기 센서는 아몰퍼스 셀레늄의 두께에 따라, X-레이, 가시광선, IR을 측정할 수 있는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 이용한 아몰퍼스 셀레늄 센서.

명세서

발명의 상세한 설명

기술 분야

- <1> 본 발명은 탄소나노튜브를 에미터로 갖는 전자방출 전자방출 소자를 이용한 아몰퍼스 셀레늄 센서에 관한 것으로, 특히 아몰퍼스 셀레늄으로 형성된 광측정부와, 상기 광 측정부 하부에 형성되어 광측정부에 전원을 인가하기 위한 투명전극, 그리고 상기 투명전극 하부에 설치되어 다량의 전자를 방출하는 탄소나노튜브를 에미터로 갖는 전자방출 소자로 구성되며, 상기 전자방출 소자의 크기에 따라 초소형으로 제조가 가능하며, 전자방출 소자의 전류 방출 특성에 의해 저휘도의 가시광을 측정할 수 있으며, 내구성이 향상된 센서를 제공한다.

배경 기술

- <2> 일반적으로 센서는 빛의 물리량을 검출 및 측정하여 신호로 전달하는 기능을 갖춘 소자로서 반도체 등의 물리적 특성을 이용하여 제조하였으며, 근래에는 인코더식의 변위센서인 디지털 센서가 개발되어 사용되고 있다.
- <3> 상기와 같은 디지털 센서에는 아몰퍼스(無定形) 상태의 구조로 이루어진 물질로 제조된 반도체가 주로

사용되며, 특히 아몰퍼스 셀레늄이 많이 사용되고 있다.

- <4> 상기 아몰퍼스 셀레늄은 용융 셀레늄을 급랭·고체화하여 유리상 상태로 만들어 사용되며, 결정성이 없는데도 상온에서 금속과 절연체의 중간에서 비교적 높은 전기저항을 나타내고, 또한 온도 상승에 따라 전기저항이 작아지는 특성을 나타낸다. 즉, 아몰퍼스 셀레늄은 전기저항이 음인 온도계수를 가지는 반도체이다.
- <5> 상기 아몰퍼스 반도체에는 셀레늄 또는 텔루르 등의 6B족 원소를 주요 성분으로 함유하는 칼코게나이드계인 것과, 게르마늄 또는 규소 등의 4B족 원소를 주요 성분으로 함유하는 테트라헤드럴계인 것이 있다.
- <6>
- <7> 도1은 상기 아몰퍼스 셀레늄을 이용하여 제조된 종래 센서의 한 실시예를 나타낸 것으로, 절연체로 사용되는 유리판(Glass Faceplate, 11) 하부에 투명전극(13)으로 사용되는 ITO 박막을 형성하고, 그 투명전극(13) 하부에 아몰퍼스 셀레늄(12)을 필름 형태로 형성하여 부착하였다. 또한, 상기 아몰퍼스 셀레늄(12) 하부에 일정거리 이격하여 전자방출 소자(20)를 설치하였다. 상기와 같은 소자들은 약 10 내지 8Torr로 압력이 유지되는 하우징(14) 내에 설치되었다.
- <8> 또한, 상기 유리판(11)의 일측에 상기 투명전극(13)으로부터 변화되는 전류를 측정하기 위한 통공이 형성되어 투명전극(13)과 외부 전류 측정장치(30)를 연결할 수 있도록 하며, 상기 전자방출 소자(20)로는 실리콘 기관(21) 상부에 다이아몬드 박막형태로 도포된 캐소드(22)를 형성하여 전자방출원으로 사용하였다.
- <9> 상기와 같이 구성된 센서는 전자방출소자로부터 전자가 방출되면 상기 아몰퍼스 셀레늄 내부에 전자와 양전하 쌍이 형성되고, 이때, 상기 아몰퍼스 셀레늄 상부의 투명전극에 양전하를 인가하면 양전하는 아래쪽으로 이동하게 된다. 상기 양전하가 아래쪽으로 이동하면 전자방출 소자로부터 방출된 전자와 상기 아몰퍼스 셀레늄 내부에서 아래쪽으로 이동한 양전하와 결합하게 되고, 이 과정에서 전하량의 차이가 발생하여 전압과 전류가 발생하게 된다. 이때 발생하는 전류를 측정함으로써 광의 크기와 정도를 측정할 수 있었다.
- <10> 그러나, 상기와 같은 구성된 센서는 전자를 방출하는 전자방출원으로 실리콘 기관 상부에 캐소드 전극을 다이아몬드 박막 형태로 증착시켜 사용하기 때문에 전자방출 특성이 낮고 소형으로 제조하기가 매우 어렵기 때문에 센서의 크기를 소형으로 제조할 수 없다는 문제점이 있었다.
- <11> 또한, 상기 전자방출 소자는 누설전류의 발생으로 캐소드 전극에서 애노드 전극 쪽으로 전류가 발생하게 되므로 전자의 방출량이 미미해져, 아몰퍼스 셀레늄으로 조사되는 광의 세기가 미약할 경우 광을 감지하지 못한다는 문제점도 있었다.
- <12> 따라서, 상기 전자방출 소자의 전자방출 특성을 높이기 위해서는 대면적의 전자방출 소자를 필요로 하기 때문에 작은 크기의 센서를 제조하기 어렵다는 문제점도 있었다.

발명의 내용

해결 하고자하는 과제

- <13> 따라서, 본 발명은 상술한 문제점들을 해결하기 위하여 아몰퍼스 셀레늄을 이용한 센서를 구성하는 전자방출 소자로 탄소나노튜브를 에미터로 갖는 전자방출 소자를 사용함으로써 전자방출 소자의 전자방출 특성을 향상시켜, 아몰퍼스 셀레늄 내부에서 이동되는 양전하와 결합하는 전자를 크게 증가시킴으로써 외부로부터 조사되는 광의 세기가 작더라도 하여 광 변화를 측정할 수 있는 센서를 제공하는 것을 목적으로 한다.
- <14> 또한, 상기 전자방출 소자를 탄소나노튜브를 이용하여 제조하여 아몰퍼스 셀레늄 센서를 초소형으로 제조하더라도 광 변화를 측정할 수 있도록 하는 것을 다른 목적으로 한다.

과제 해결수단

- <15> 상기와 같은 목적을 달성하기 위하여 본 발명은, 조사되는 빛을 투과시키기 위한 유리판과; 상기 유리판 하부에 부착되며 조사되는 빛에 반응하여 전류를 생성하는 아몰퍼스 셀레늄과; 상기 유리판과 아몰퍼스 셀레늄 사이에 형성되며 상기 아몰퍼스 셀레늄으로부터 빛에 의해 생성된 전류를 측정하기 위한 투명전극과; 상기 아몰퍼스 셀레늄 하부에 일정거리 이격되어 형성되며 전자를 방출하기 위한 탄소나노튜브를 에미터로 갖는 전자방출 소자를 포함하는 것을 특징으로 하는 탄소나노튜브를 이용한 아몰퍼스 셀레늄 센서를 제공한다.

효 과

- <16> 본 발명은 탄소나노튜브를 이용한 아몰퍼스 셀레늄 센서를 구성하는 전자방출원으로 탄소나노튜브를 에미터로 갖는 전자방출 소자를 사용함으로써 전자방출원의 전자방출 특성을 향상시켜, 아몰퍼스 셀레늄 내부의 이동되는 양전하와 결합하는 전자의 양을 크게 증가시킴으로써 외부로부터 조사되는 빛의 양이 작더라도 측정되는 전류의 값을 크게 하여 광변화를 측정할 수 있는 센서를 제조할 수 있다.
- <17> 또한, 상기 탄소나노튜브를 에미터로 갖는 전자방출 소자를 이용하여 상기 아몰퍼스 셀레늄 센서를 초소형으로 제조하더라도 상기 전자방출 소자의 높은 전자방출 특성을 유지할 수 있으므로 초소형의 아몰퍼스 셀레늄 센서를 제조할 수 있다.

발명의 실시를 위한 구체적인 내용

- <18> 이하, 첨부된 도면을 참조하여 본 발명을 좀 더 상세히 설명하기로 한다.
- <19> 먼저, 도2는 본 발명에 따른 탄소나노튜브를 에미터로 갖는 전자방출 소자를 이용한 아몰퍼스 셀레늄 센서의 구성을 나타낸 것으로, 조사되는 빛을 투과시키기 위한 유리판(110)과, 상기 유리판 하부에 부착되며 조사되는 빛에 반응하여 전류를 생성하는 아몰퍼스 셀레늄(130)과; 상기 유리판(110)과 아몰퍼스 셀레늄(120) 사이에 형성되며 상기 아몰퍼스 셀레늄(120)으로부터 빛에 의해 생성된 전류를 측정하기 위한 투명전극(130)과; 상기 아몰퍼스 셀레늄(130) 하부에 일정거리 이격되어 형성되며 전자를 방출하기 위한 탄소나노튜브를 에미터(230)로 갖는 전자방출 소자(200)로 구성된다. 이때, 상기 전자방출 소자(200)와 아몰퍼스 셀레늄(120) 사이에는 전자방출 소자로부터 방출되는 전자의 양을 증가시키기 위한 게이트 전극을 더 설치할 수도 있다.
- <20> 또한, 상기 투명전극(120)은 조사되는 빛에 의해 상기 아몰퍼스 셀레늄 내부에서 형성된 전자와 양전하 쌍들 중 양전하를 아래로 이동시키기 위한 +전압을 인가하고, 조사된 빛에 의해 변화되는 전류의 차이를 측정하기 위해 하우징 외부에 설치되는 전류 측정기(300)를 구비한다. 또한, 상기 투명전극(120)은 ITO, SnO_2 , CNT 필름, 또는 5nm 이하의 얇은 금속막을 사용하여 형성한다.
- <21> 또한, 상기 아몰퍼스 셀레늄 센서는 아몰퍼스 셀레늄 상부에 투명전극을 설치하고, 아몰퍼스 하부에는 출력전극(Read Out Layer)을 설치하여, 상기 투명전극에는 양전압을 인가하고, 출력전극은 조사된 빛의 크기에 따라 생성되는 전류를 측정하도록 전류 측정기를 설치할 수도 있다.
- <22> 상기와 같은 아몰퍼스 셀레늄과 탄소나노튜브를 에미터로 갖는 전자방출 소자로 구성된 센서는, 먼저 빛을 투과할 수 있는 기관 상부에 ITO와 같은 투명전극을 형성하고, 그 투명전극 상부에 급랭시켜 만들어진 아몰퍼스 셀레늄을 진공증착법, 고주파스퍼터링법, 화학기상증착법 등을 이용하여 박막형태로 형성한다.
- <23> 또한, 상기 아몰퍼스 셀레늄의 두께에 따라 X-레이, 가시광, IR 등의 측정이 가능한 다양한 센서의 제조가 가능하다.
- <24> 상기와 같이 형성된 아몰퍼스 셀레늄 하부에 일정거리 이격시켜 설치되는 탄소나노튜브를 에미터로 갖는 전자방출 소자(200)의 제조방법을 설명하면, 먼저, 유리, 석영, 규소(실리콘 웨이퍼) 또는 알루미나(Al_2O_3)로 이루어진 기관(210) 상부에 일정한 패턴을 갖는 캐소드 전극(220)을 형성하고, 상기 캐소드 전극(220) 상부에 촉매 금속층을 진공 증착법을 이용하여 형성한다. 이때 상기 촉매 금속층은 니켈(Ni), 철(Fe) 또는 코발트(Co)와 같은 단일 금속이나, 코발트-니켈, 코발트-철, 니켈-철 또는 코발트-니켈-철이 합성된 합금을 사용하여 열증착(thermal evaporation)법, 스퍼터링(sputtering)법 또는 전자빔증착(electron beam evaporation)법, 화학기상 증착법 등을 이용하여 수 nm 내지 수백 nm, 바람직하게는 10 내지 100nm의 두께로 형성한다.
- <25> 상기 촉매 금속층을 형성하는 방법으로는 상기와 같은 리프트 오프 방법뿐만 아니라 촉매 금속층을 기관 전면에서 먼저 도포하고, 그 상부에 감광성 레지스트를 도포한 후, 노광시켜 원하는 패턴의 촉매 금속층을 형성하는 리소그라피(lithography) 방법을 사용할 수도 있다.
- <26> 다음에, 상기 촉매 금속층 상부에 전자방출 소자인 탄소 나노튜브를 선택적으로 성장시키기 위하여 패턴을 갖는 감광성 레지스트층을 형성한다. 상기 감광성 레지스트층은 촉매 금속층이 형성된 하부기관 상부에 스핀코팅에 의해 형성한다. 이때 형성되는 감광성 레지스트는 스핀코팅의 속도를 조정하여 0.3 ~ 10 μm 의 두께를 갖도록 한다. 또한, 상기와 같은 두께로 형성된 감광성 레지스트는 100 ~ 250 $^{\circ}\text{C}$ 의 온도로 소결한 후, UV와 마스크를 이용하여 필요한 형태의 패턴 노광 과정을 수행한 다음, 이를 현상하여 전자방출소자가 형성될 위치에 촉매 금속

층이 남아있는 전자방출 소자 성장부를 형성한다.

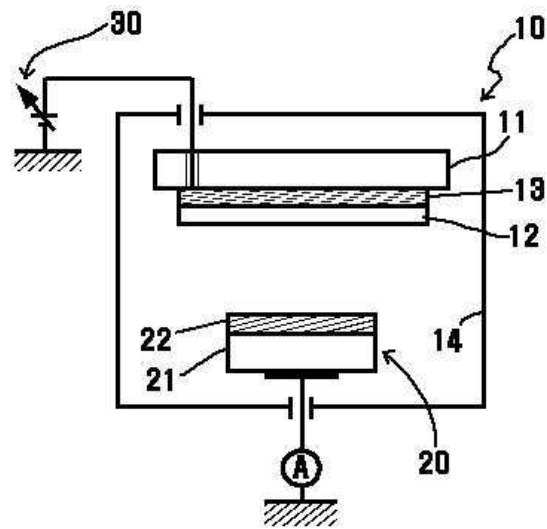
- <27> 다음에, 상기 전자방출 소자 성장부 이외의 감광성 레지스트층과 촉매 금속층을 제거하거나, 감광성 레지스트만이 제거된 상태로 기판을 200 ~ 800 °C에서 1 ~ 600분간 용융과정을 거쳐 처리하여 탄소나노튜브 성장을 위한 씨앗(Seed)을 형성한다.
- <28> 다음에, 상기와 같이 씨앗이 형성된 기판 상부에 에미터로 탄소나노튜브를 성장시킨다. 상기 탄소 나노튜브는 씨앗이 형성된 기판을 플라즈마 반응로에 장착하여 어닐링(annealing)한 후, 메탄(CH₄), 아세틸렌(C₂H₂), 에틸렌(C₂H₄), 프로필렌(C₃H₆) 또는 프로판(C₃H₈)과 같은 탄화수소류 기체 및 암모니아(NH₃) 또는 수소화물 기체인 질소 또는 수소 함유 기체를 함께 공급하여 형성한다.
- <29> 상기와 같이 제조된 탄소나노튜브 에미터를 갖는 전자방출 소자는 종래의 실리콘 팁이나 다이몬드 박막을 사용한 전자방출 소자에 비해 그 전자방출 특성이 우수하여 초소형으로 제작하더라도 상기 아몰퍼스 셀레늄을 통해 전류의 변화를 측정할 수 있게 된다.
- <30> 상술한 바와 같이 형성된 센서의 동작 방법은, 상기 유리기판 상부로부터 빛을 조사하면, 상기 아몰퍼스 셀레늄 내부에서 전자와 양전하 쌍들이 형성되고, 투명전극을 통해 + 전압을 인가하면, 아몰퍼스 셀레늄 내부의 양전하는 아래로, 전자는 위로 이동하게 된다. 이때, 상기 전자방출 소자의 캐소드 전극에 전원을 인가하여 전자를 방출시키면, 전자방출 소자의 탄소나노튜브 에미터로부터 방출된 전자가 아몰퍼스 셀레늄의 하부에 부착되고, 상기 부착된 전자에 의해 상기 아몰퍼스 셀레늄 내부의 양전하는 상기 전자방출 소자로부터 방출된 전자와 결합하고 이로 인해 전하량의 차이가 발생한다. 상기 발생된 전하량의 차이에 의해 전압이 발생되고, 상기 발생된 전압에 의해 생성된 전류를 읽어 빛의 세기를 측정할 수 있다.
- <31> 이때, 조사되는 빛의 양이 많은 경우(고휘도)에는 측정되는 전류의 양이 크고, 조사되는 빛의 양이 적을 경우(저휘도)에는 측정되는 전류의 양이 적게 된다.
- <32> 상기 저휘도의 광량을 측정하기 위해서는 아몰퍼스 셀레늄 내부의 양전화와 결합하는 전자의 양이 많을 경우에 가능하므로, 이를 위해서는 전자방출 소자로부터 방출되는 전자의 양의 다량일 경우에만 가능하다. 그러나 종래의 전자방출 소자는 그 방출되는 전자의 양을 증가시키기 위해서 대면적의 전자방출원을 필요하였기 때문에 아몰퍼스 셀레늄을 이용한 초소형의 센서를 구현하지 못하였다.
- <33> 그러나, 본 발명에서 사용되는 탄소나노튜브를 에미터로 갖는 전자방출 소자는 에미터의 선택적인 성장이 가능하고, 탄소나노튜브의 특성상 적은 면적의 전자방출 소자에서도 많은 양의 전자를 방출할 수 있으므로 초소형의 센서를 제조할 수 있는 것이다.
- <34> 이상과 같이 본 발명을 도면에 도시한 실시예를 참고하여 설명하였으나, 이는 발명을 설명하기 위한 것일 뿐이며, 본 발명이 속하는 기술 분야의 통상의 지식을 가진 자라면 고안의 상세한 설명으로부터 다양한 변형 또는 균등한 실시예가 가능하다는 것을 이해할 수 있을 것이다. 따라서 본 발명의 진정한 권리범위는 특허청구범위의 기술적 사상에 의해 결정되어야 한다.

도면의 간단한 설명

- <35> 도1은 종래의 아몰퍼스 셀레늄을 이용한 센서의 구성을 나타낸 도면.
- <36> 도2는 본 발명에 따른 탄소나노튜브를 이용한 아몰퍼스 셀레늄 센서의 구성을 나타낸 도면.
- <37> <도면의 주요부분에 대한 부호의 설명>
- | | | |
|------|--------------------|----------------|
| <38> | 10, 200 : 센서 | 11, 110 : 유리판 |
| <39> | 12, 130 : 아몰퍼스 셀레늄 | 13, 120 : 투명기판 |
| <40> | 20, 200 : 전자방출 소자 | 21, 210 : 기판 |
| <41> | 22, 220 : 캐소드 전극 | 230 : 에미터 |
| <42> | 30, 300 : 전류 측정장치 | |

도면

도면1



도면2

